

NUORTEN VOIMAHARJOITTELU

Ari Moilanen, AmVT 2002

Painonnostossa, kuten muissakin urheilumuodoissa, on tärkeää aloittaa harjoittelu nuorella iällä, että mahdollisuus nousta huipputasolle olisi mahdollisimman suuri. Kuinka nuorena tulisi kova painonnostoharjoittelu aloittaa? Tulisiko nuorten erikoistua painonnostoon vai tulisiko heidän harrastaa muita lajeja rinnakkain? Minkä tyyppinen ohjelma on optimaalinen nuorille painonnostajille? Jotta edellä oleviin kysymyksiin pystyttäisiin vastaamaan, on tunnettava lasten ja nuorten kehitysvaiheet.

KASVUN OSAT JA VAIHEET

1. Imeväisiän (Infancy) kasvu

- syntymän jälkeinen kasvu on nopea mutta jyrkästi hidastuva

2. Lapsuuden (Childhood) kasvu

- imeväisiän kasvun kanssa päällekkäin, alkaa 0,5-1,0 vuoden iässä
- lapsuuden kasvu hidastuu jatkuvasti
- kahden ensimmäisen vuoden aikana keskimäärin 15 cm vuodessa ja myöhemmin lapsuusiässä 6 cm vuodessa
- hitaimmillaan lapsuuden kasvu on juuri ennen pubertaalista nopeutumista
- useilla lapsilla 6-8 -vuotiaana kasvun vähäinen nopeutuminen, "keskilapsuuden kasvupyrähdys"

3. Murrosiän (Puberty) kasvu

- murrosiän kasvupyrähdys on pääasiassa selkärangan kasvua
- murrosiän kasvun huippunopeus on sitä pienempi, mitä myöhäisempi on murrosikä
- tytöillä murrosiän kasvu alkaa aikaisemmin kuin pojilla
- murrosiän kasvu on kolmivaiheinen;
 1. hidas kasvu varhaisessa murrosiässä
 2. noin kaksi vuotta kestävä pyrähdys
 3. kasvun lopullinen hidastuminen ja päättyminen
- kasvupyrähdysten huippu sattuu tytöillä keskimäärin 12 vuoden ja pojilla 14 vuoden ikään
- murrosiän kasvupyrähdys johtuu sukupuolisteroidien erityksen lisääntymisestä (testosteroni, estrogeenit)

KASVUN SÄÄTELY

Perimä

- perintötekijät vaikuttavat sekä kasvunvaraankin että kasvutempoon (kasvun kesto)
- perimän vaikutusta kasvutempoon voidaan arvioida äidin ja sisarten menarkeiasta sekä isän ja veljien murrosiän ajoituksesta

Ravitsemus

- ravintotekijät vaikuttavat selvästi kasvuun
- aliravitsemus on maailmanlaajuisesti tärkein kasvuhäiriöiden syy
- länsimaissa erilaiset aineenvaihdunnan ja ruoansulatuskanavan häiriöt sekä yleistyneet syömishäiriöt voivat hidastaa kasvua
- liikasyönti johtaa lihavuuteen, jolloin kasvun kesto myös lyhenee

Kasvuhormoni

- esiintyy kolmessa muodossa joista yleisin (75 %) on 22 kilodaltonin, 191 aminohappoa sisältävä muoto. Toiseksi yleisin (5-15 %) on 20 kilodaltonin muoto ja kolmanneksi yleisin muoto on deaminoituneet ja N-asetyloituneet muodot
- kasvuhormonilla on keskeinen merkitys lasten pituuskasvussa
- käynnistää putkiluiden kasvulevyssä rustosolujen esiasteiden kypsymisen rustosoluiksi, herkistää niitä kasvuhormonista riippuvaisen kasvutekijän (IGF-1) vaikutukselle ja stimuloi paikallisesti kasvutekijäsynteesiä. Paikallinen kasvutekijävaikutus kypsyttää edelleen rustosoluja ja stimuloi kasvua. Lisäksi myös verenkierron IGF-1:llä on merkitystä kasvuhormonin vaikutuksen välittäjänä
- metabolisilta vaikutuksiltaan anabolinen, lipolyttinen ja diabetogeeninen.
- lisää proteiinisynteesiä, parantaa typpitasapainoa ja suurentaa lihasmassaa
- kiihdyttää rasvakudoksessa lipolyysiä ja pitkäaikainen kasvuhormonin infuusio suurentaa vapaiden rasvahappojen pitoisuutta
- aiheuttaa insuliiniresistenssiä, erityisesti maksassa, suurentaa insuliinipitoisuuksia, heikentää glukoosin kuljetusta ja huonontaa glukoositoleranssia
- keskimääräiset pitoisuudet imeväiskaudella 25-35 ug/l ja koko lapsuusiän murrosiän alkuun asti 5-7 ug/l. Murrosiän keskivaiheilla erityis voimistuu ja kasvunopeus kiihtyy.

Insuliinin kaltaiset kasvutekijät (IGF:t)

- tunnetaan kahta muotoa IGF-1 ja IGF-2
- molempien rakenteessa 50 %:n homologia insuliinin rakenteeseen
- IGF-1 tasot seerumissa vastasyntyneellä matalia, nousevat lapsuusiällä ja saavuttavat aikuisten tason murrosiän alkaessa
- murrosiän aikana IGF-1-tasot ylittävät aikuisten tasot 2-3-kertaisesti ja korreloivat paremmin murrosiän kehitysasteen tai luustoiän kuin kronologisen iän kanssa.
- 20-30. ikävuoden jälkeen IGF-1 tasot laskevat seerumissa ja sen arvellaan liittyvän negatiiviseen typpitasapainoon, lihasmassan vähenemiseen ja osteoporoosiin
- IGF-1:n tasot seerumissa riippuvat kasvuhormonin erityksestä ja kuvastavat melko hyvin erittyneen kasvuhormonin määrää
- IGF-2:n tasot vastasyntyneillä ovat noin 50 % aikuisten tasoista, jotka saavutetaan jo yhden vuoden iässä. Tämän jälkeen pitoisuudet seerumissa eivät juuri muutu edes ikääntymisen vuoksi

Sukupuolisteroidit

- androgeeni- ja estrogeeniylimäärä nopeuttaa kasvua ja luuston kypsymistä ennen kasvulevyjen sulkeutumista
- androgeenit vaikuttavat voimistamalla sekä kasvuhormonin että suoraan IGF-1:n tuotantoa
- sekä androgeenit että estrogeenit jouduttavat luuston kypsymistä, ja on todennäköistä, että androgeenit ensin aromatisoituvat estrogeeneiksi ennen kuin niillä on luustoa kypsyttävä vaikutus
- tyttöjen poikia korkeammat androgeenitasot (noin 8-kertaa poikia korkeammat prepubertaalisilla tytöillä) saattavat selittää heidän nopeampaa kasvuaan ennen murrosikää
- estrogeenien lisäksi myös kasvuhormoni ja IGF-1 vaikuttavat luumassan kehitykseen

Tyroksiini

- merkitys syntymän jälkeisessä kasvussa kiistaton
- tyroksiini on myös välttämätön kasvuhormonin erityksessä

YHTEENVETO KASVUN HORMONAALISESTA SÄÄTELYSTÄ

- kilpirauhashormoni on välttämätön koko postnataaliselle (syntymän jälkeiselle) kasvulle
- aivolisäkkeen kasvuhormoni on välttämätön alkukasvun jälkeiselle kasvulle
- kasvupyrahdykseen liittyy kasvuhormonin erityksen pulssiampplitudin suureneminen, luultavasti lisämunuaiskuoren (keskilapsuus) ja kivesten (pojan puberteetti) androgeenin erityksen ja munasarjojen estrogeenin erityksen (tytön puberteetti) lisääntymisen johdosta
- prepubertaalinen (ennen puberteettia) kasvu on voittopuolisesti raajojen kasvua, puberteetin pyrähdys taas selkärangan.
- todennäköisesti kasvuhormoni stimuloi etenkin raajojen kasvua, kun taas sukupuolisteroidien suora kasvuvaikutus kohdistuu lähes yksinomaan selkärankaan

KUDOSTEN KASVU JA KEHITYS

PITUUS JA PAINO

- kahden ensimmäisen elinvuoden aikana pituus kasvaa nopeasti ja saavuttaa kahden vuoden iässä 50 % aikuispituudesta
- lapsuusiässä kasvu hidastuu ja juuri ennen puberteettia tapahtuu kasvupyrahdyks
- kasvu nopeinta murrosiässä
- tytöillä huippukasvu noin 12-vuotiaana
- pojilla huippukasvu noin 14-vuotiaana
- tytöillä painon lisäys nopeinta 12-vuotiaana
- pojilla painon lisäys nopeinta 14,5-vuotiaana

LUUSTON KEHITYS

- tytöillä luusto kehittyy 2-3 vuotta aikaisemmin kuin pojilla
- pojilla luusto on kehittynyt 17-20 vuoden iässä ja tytöillä 14-17 vuoden iässä
- painonnostotyyppinen voimaharjoittelu vahvistaa ja nopeuttaa luuston kehitystä (luut tiheämpiä ja paksumpia) ja voi myös kiihdyttää luiden pituuskasvua

LIHASMASSAN KEHITYS

- miehillä lihasmassa syntyessä noin 25 % kehon painosta ja aikuisella miehellä lihasmassa noin 50 % kehon painosta
- miehillä suurin lihasmassan kasvu tapahtuu murrosiän aikana ja johtuu testosteronista (10-kertainen kasvu verrattuna tasoon ennen murrosikää)
- pojilla suurin lihasmassan kasvu 18-25 -vuotiaana
- tytöillä lihasmassan kasvu murrosiässä hitaampaa ja saavuttaa keskimäärin aikuisiässä 40 % kehonpainosta
- tytöillä suurin lihasmassan kasvu 16-20 -vuotiaana
- lihasmassan kasvu johtuu lihassolujen hypertrofiasta

RASVAMASSAN KEHITYS

- rasvasolut kehittyvät ihmisellä syntymästä aina kuolemaan saakka
- rasvasolujen määrä voi lisääntyä koko eliniän ajan
- kun rasvaa nautitaan niin rasvasolut täyttyvät rasvasta tiettyyn kokoon ja sen jälkeen uusia rasvasoluja syntyy
- syntyessä 10-12 % kehon painosta rasvaa
- miehillä rasvaprosentti nousee aikuisiässä 15 %:iin
- naisilla rasvaprosentti nousee aikuisiässä 25 %:iin
- tytöillä murrosiässä estrogeenin tuotanto lisääntyy ja se aiheuttaa rasvan kertymisen kehoon poikia enemmän

HERMOSTON KEHITYS

- hermosto kehittyy syntymästä asti pitkälle murrosikään
- myelinisaatio eli rasvakerroksen kehittyminen hermosyyn ympärille parantaa hermoimpulssin kulkua hermosolussa ja täten suoritusten teho paranee
- harjoittamalla lasta parannetaan hermoyhteyksien kehittymistä ja täten suorituskykyä. Mutta vasta kun myelinisaatio on kehittynyt loppuun voi suorituskyky saavuttaa maksiminsa

FYYSINEN SUORITUSKYKY JA FYSIOLOGISET TOIMINNOT

- lähes kaikki fysiologiset toiminnot kehittyvät kunnes täysi aikuisuus on saavutettu
- aikuisiällä fysiologiset toiminnot pysyvät ennallaan kunnes alkavat taantua ikääntymisen myötä
- alla olevassa tekstissä keskitytään muutamiin fysiologisiin muutoksiin nuorilla urheilijoilla, jotka liittyvät kasvuun ja kehitykseen

MOTORINEN SUORITUSKYKY

- motorinen suorituskyky kehittyy tytöillä ja pojilla yleisesti 17 ensimmäisen elinvuoden aikana joskin tyttöjen kehitys pysähtyy aikaisemmin murrosiässä
- motorisen suorituskyvyn kehittyminen johtuu ensisijaisesti neuromuskulaarisen ja endokriinisen järjestelmän kehittymisestä ja toissijaisesti lapsen lisääntyneestä liikunta-aktiiviteetista
- tyttöjen aikaisempi neuromotorisen kehityksen pysähtyminen johtuu pääasiassa kolmesta tekijästä;
 1. murrosiän lisääntynyt estrogeenitaso tytöillä johtaa kehon rasvaprosentin kasvuun → suorituskyky laskee lisääntyneen painon johdosta
 2. tytöillä pienempi lihasmassa (alhaisempi testosteronituotanto)
 3. murrosiässä tyttöjen liikunnallinen aktiivisuus vähenee yhteiskunnassa vallitsevien sosiaalisten normien ja tapojen vuoksi (tyttöjä ei kannusteta urheiluun samassa mitassa kuin poikia) → motorinen suorituskyky ei kehity

VOIMA

- voima kehittyy, kun lihasmassa kasvaa iän myötä
- voiman huippuarvot tytöillä 20-vuotiaana ja pojilla 20-30 vuoden iässä
- pojilla hormonaaliset muutokset murrosiässä johtavat merkittävään voiman kasvuun, joka johtuu lihasmassan nopeasta kasvusta (kohonnut testosteronituotanto murrosiässä)
- lihasten suorituskykyyn vaikuttaa myös hermoston kehittyneisyys
- maksimaalinen voima-, teho- ja taitotaso ovat mahdollisia saavuttaa, ellei lapsen hermosto ole täysin kehittynyt
- monien hermosolujen myelinisaatio (eristävän rasvaeristeen kehittyminen hermosyyn ympärille) on epätäydellistä ennen seksuaalista aikuisuutta, joten lihaksen neuraalinen kontrolli on rajoittunutta ennen seksuaalista kypsyttä
- pojilla merkittävä voiman lisäys tapahtuu 12-vuoden iässä, jolloin murrosikä pojilla yleensä alkaa
- tytöillä voiman kehitys on suoraviivaisempaa eikä vastaavaa suurta voiman lisäystä ole havaittavissa murrosiässä

HENGITYSELIMISTÖ

- keuhkojen toiminta muuttuu merkittävästi iän myötä
- kaikki hengitystoimintojen suoritusarvot kasvavat muun kasvun mukana kunnes täysi fyysinen koko on saavutettu
- maksimaalinen hengityskapasiteetti (VE_{max} l/min) lisääntyy aikuisuuteen asti, pysyy vakiona aikuisiän ajan ja alkaa laskea ikääntymisen myötä
- 4-6-vuotiailla pojilla VE_{max} on 40 l/min ja aikuisilla 110-140 l/min
- tytöillä VE_{max}:n kehitys on samanlaista kuin pojilla, mutta tyttöjen pienemmän koon vuoksi arvot jäävät pienemmiksi kuin pojilla
- hengityselinten koko verrannollinen kehon kokoon

VERENKIERTOELIMISTÖ

- verenkiertoelimistön toiminnot muuttuvat suuresti lasten kasvun ja kehityksen myötä
- alla käsitellään joitain näistä muutoksista submaksimaalisessa ja maksimaalisessa harjoituksessa

SUBMAKSIMAALINEN HARJOITUS

- lapsilla verenpaine levossa ja submaksimaalisessa harjoituksessa alhaisempi kuin aikuisella
- verenpaine nousee murrosiän loppupuolella progressiivisesti aikuisen tasolle
- verenpaine riippuvainen kehon koosta → kookkaammilla ihmisillä yleensä korkeampi verenpaine
- lapsilla veren virtaus aktiivisiin lihaksiin harjoituksen aikana voi olla suurempi kuin aikuisella johtuen lasten pienemmästä ääreisverenkierron vastuksesta
- minuuttitulavuus = sydämen sykemäärä/min x sydämen iskutilavuus
- koska lapsen verenkierron minuuttitulavuus on aikuista pienempi (pienempi sydän → pienempi iskutilavuus), niin lapsen sydän pyrkii sykkettä nopeuttamalla selviytymään samasta työstä kuin aikuinen
- myös lapsen valtimoiden ja laskimoiden välinen happiero (a-v O₂ diff.) nousee nopeammin kuin aikuisella samassa työssä
- kasvu a-v O₂ diff. lapsella johtuu kasvaneesta veren virtauksesta aktiivisiin lihaksiin → suurempi %-osuus sydämen minuuttitulavuudesta menee aktiivisiin lihaksiin

MAKSIMAALINEN HARJOITTELU

- lapsilla maksimisyke korkeampi kuin aikuisilla mutta laskee suoraviivaisesti lapsen iän myötä
- alle 10-vuotiailla lapsilla maksimisyke on noin 210 krt/min, kun taas 20-vuotiaalla maksimisyke keskimäärin on 195 krt/min
- maksimaalisessa harjoittelussa (kuten submaksimaalisessakin) lasten pienempi sydämen iskutilavuus ja verimäärä rajoittaa heidän verenkiertojärjestelmänsä tehoa aikuisiin verrattuna. Lasten suurempi

sydämen sykemäärä ei kompensoi täysin tätä vaan tämä aiheuttaa pienemmän sydämen minuuttitulavuuden lapsilla ja siten myös huonomman suorituskyvyn suurta maksimaalista tehoa vaativassa työssä (esim. 100 W:n vastuksella tapahtuvassa polkupyöräergometritestissä), koska lapsen hapenkuljetusjärjestelmän kyky on aikuista huonompi (pienempi verimäärä l/min)

- suorituksissa, missä liikutellaan omaa kehoa pienemmällä sydämen minuuttitulavuudella, ei ole niin suurta merkitystä (esim. juoksussa lapsen 25-kiloinen keho vaatii huomattavasti vähemmän happea kuin aikuisen 90-kiloinen keho, silti hapen kulutus/kehon paino on jotakuinkin sama molemmilla)

AEROBINEN KAPASITEETTI

- aerobinen kapasiteetti (VO₂max), ilmaistuna l/min, on pienempi lapsilla aikuisiin verrattuna samalla harjoitustasolla
- tämä johtuu pääosin lasten pienemmästä maksimaalisesta sydämen minuuttitulavuudesta aikuisiin verrattuna
- kun VO₂max ilmaistaan suhteutettuna kehon koon eroihin lapsilla ja aikuisilla, niin erot VO₂max:ssa ovat minimaaliset lasten ja aikuisten välillä
- kun hengityselinjärjestelmän ja verenkiertojärjestelmän toimintakyky kasvaa lapsen kasvaessa, niin myös aerobinen kapasiteetti kasvaa
- VO₂max (l/min) on korkeimmillaan miehillä 17-21 ja naisilla 12-15 vuoden iässä, minkä jälkeen se alkaa tasaisesti laskea
- kun VO₂max ilmaistaan suhteessa kehonpainoon, niin pojilla sen kehitys pysähtyy 6-vuotiaana, pysyy samana 25-ikävuoteen ja alkaa sen jälkeen laskea
- tytöillä kehitys pysähtyy 6-vuotiaana, laskee hitaasti 12-vuoden ikään ja sen jälkeen laskuvauhti kiihtyy 13-ikävuodesta eteenpäin
- VO₂max suhteutettuna kehonpainoon ei kuitenkaan kuvaa lasten aerobista suorituskykyä yhtä tarkasti mitä aikuisilla

ANAEROBINEN KAPASITEETTI

- lasten kyky suorittaa anaerobista työtä on rajoittunut johtuen todennäköisesti pienemmistä fosfofruktokinaasi-entsyymitasoista (avainentsyymi anaerobisessa glykolyysissä)
- lapset eivät saavuta aikuisten tasoa hengityskapasiteetissa maksimaalisessa tai uupumukseen asti suoritettussa harjoittelussa, joka johtunee pienemmästä laktaatin tuotannosta
- maksimaalinen anaerobinen suorituskyky lapsilla heikompi aikuisiin verrattuna

ILMASTON AIHEUTTAMA STRESSI

- lapsilla suurempi ihon pinta-ala suhteessa painoon, josta aiheutuu se, että lapsilla on suurempi kyky imeä lämpöä tai luovuttaa lämpöä ihon kautta jokaista kehon kiloa kohti aikuisiin verrattuna
- kylmässä ilmassa lapsi luovuttaa ihon kautta lämpöä aikuista enemmän (kehon painokiloa kohti) mikä lisää hypotermian vaaraa
- lämpimässä ilmastossa lasten ihon kautta siirtyy enemmän lämpöä kehoon (kehon painokiloa kohden) aikuisiin verrattuna mikä lisää lämpöhalvauksen vaaraa
- lasten yksittäiset hikirauhaset muodostavat hikeä paljon hitaammin ja ovat vähemmän herkkiä reagoimaan kehon kohonneeseen sisäiseen lämpötilaan aikuisiin verrattuna
- lasten kyky sopeutua kuumaan on aikuisia hitaampaa ja kestää kauemmin

LASTEN JA MURROSikäISTEN HARJOITTELU

- lapset eivät ole miniatyyrikokoisia aikuisia, vaan eroavat fysiologisesti suuresti aikuisista
- harjoittelulla voidaan mm. kehittää lasten voimatasoa, aerobista ja anaerobista kapasiteettiä
- yleensä lapset adaptoituvat hyvin samanlaiseen harjoitteluun kuin aikuisetkin
- mutta lasten ja nuorten harjoitteluohjelmissa tulee ottaa huomioon kulloinkin fysiologinen kehitystaso ja suhteuttaa harjoittelu sen mukaan

VOIMAHARJOITTELU

- tutkimustulokset osoittavat, että voimaharjoittelu (painonnostotyyppinen) kehittää lasten luustoa tehden niistä vahvempia, paksumpia ja tiheämpiä
- tutkimustulokset ovat osoittaneet, että voimaharjoittelun aiheuttama loukkaantumiseriski lapsilla ja murrosikäisillä on hyvin alhainen
- lasten voimaharjoittelulla estetään loukkaantumisia muissa lajeissa
- voimaharjoittelulla pystytään parantamaan lasten voimantuottokykyä huomattavasti ilman mainittavaa lihasmassan lisäystä. Tämä johtuu:
 1. parantuneesta motoristen yksiköiden koordinaatiosta
 2. parantuneesta motoristen yksiköiden aktivoinnista
 3. muista vielä selvittämättömistä hermostollisista adaptaatioista
- murrosikäisille voimaharjoittelulla aikaansaatu voiman kasvu johtuu pääosin hermostollisista adaptaatioista ja kasvaneesta lihasmassasta ja tukikudoksista
- nykyisin ollaan pitkälti sitä mieltä, että voimaharjoitteluohjelmat lapsille ja nuorille tulee koostaa samantyyllisesti kuin aikuisillekin

VOIMAHARJOITTELUN PERUSOHJEET ERI-ikäISILLE LAPSILLE JA NUORILLE

IKÄ	HUOMIOITAVAA
7 v. ja nuorempi	Opetetaan lapselle perusharjoitteet (tempaus, työntö, kyykyt, vatsalihasliikkeet) keveillä painoilla tai pelkällä kepillä, kehitetään harjoituksen sisältöä, opetetaan harjoitustekniikat, aloitetaan harjoitteet omaa kehon painoa hyväksi käyttäen, seuraavaksi harjoitteet harjoituskaverin kanssa, ja lopulta harjoitteita tehdään keveillä painoilla, pidetään harjoitusvolyymi matalalla
8-10 v.	Asteittain lisätään harjoitteiden määrää, harjoitetaan tekniikoita kaikissa nostomuodoissa, aloitetaan progressiivisesti lisääntyvä harjoituskuormitus, pidetään harjoitukset yksinkertaisina, asteittain lisätään harjoitusmääriä, seurataan harjoituksen aiheuttaman stressin sietokykyä
11-13 v.	Opetetaan kaikki perusharjoitustekniikat, jatketaan progressiivisesti lisääntyvää harjoituskuormitusta, painotetaan harjoitustekniikoita, opetetaan vaativampia harjoitteita joko ilman vastusta tai pienellä vastuksella tehden
14-15 v.	Kehitetään vaativampia ohjelmia nuorille, lisätään lajinomaisia harjoitteita, painotetaan tekniikoita, nostetaan harjoitusmääriä
16 ja vanhemmat	Siirrytään harjoittelussa aikuismaiselle tasolle kun siihen valmistava perustyö on tehty nuoremmalla iällä

LÄHTEET:

Kraemer W. J., Fleck S. J. (1993) Strength Training for Young Athletes. Human Kinetics Publishers, Champaign, IL

Wilmore J. H., Costill D. L. (1999) Physiology of Sport and Exercise, Second Edition. Human Kinetics Publishers, Champaign, IL

Vuori I., Taimela S. (1999) Liikuntalääketiede, toinen uudistettu painos; Liikunta lapsena ja nuorena 84-92, Numminen P., Välimäki I. Duodecum

Välimäki M., Sane T., Dunkel L. (2000) Endokrinologia; Lapsuuden ja nuoruusiän endokrinologia 441-561, Dunkel L. Duodecum